

**BEST AVAILABLE COPY**  
**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 06-326226

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.Cl.

H01L 23/473

(21)Application number : 05-327324

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 24.12.1993

(72)Inventor : KAWANO KOICHIRO

MIZUKAMI HIROSHI

IWASAKI HIDEO

KUNO KATSUMI

ISHIZUKA MASARU

(30)Priority

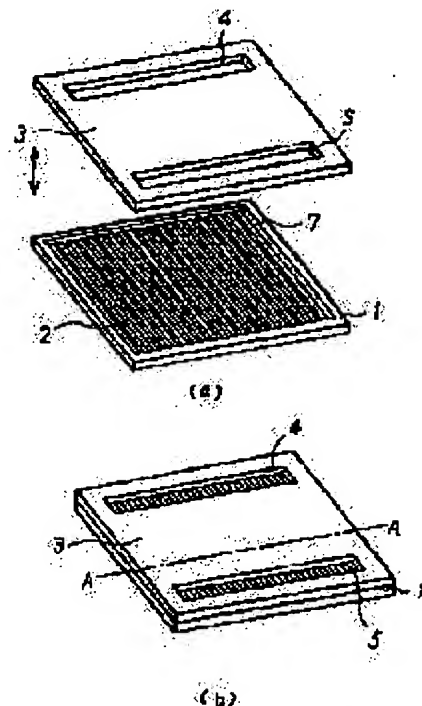
Priority number : 05 54403    Priority date : 15.03.1993    Priority country : JP

(54) COOLING UNIT

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To protect a semiconductor element and the like against fracture by suppressing the pressure drop at the time of feeding refrigerant.

**CONSTITUTION:** A plurality of grooves 2 are made in the main surface of a substrate 1 thus constituting a plurality of fins 7. The top face of the fin 7 is set lower than the peripheral part of the substrate 1, for example, and a gap is provided between the main face of the substrate 1 and the opposing face of a cover plate 3 having through holes 4, 5 applied entirely thereto thus enlarging the channel area when the region, formed between the substrate 1 and the cover plate 3, is utilized as a channel for refrigerant. This constitution realizes a cooling unit in which the pressure drop can be suppressed at the time of feeding refrigerant.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

特開平6-326226

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 23/473

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 23/ 46

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-327324

(22) 出願日 平成5年(1993)12月24日

(31) 優先権主張番号 特願平5-54403

(32) 優先日 平5(1993)3月15日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 川野 浩一郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 水上 浩

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 岩崎 秀夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 則近 憲佑

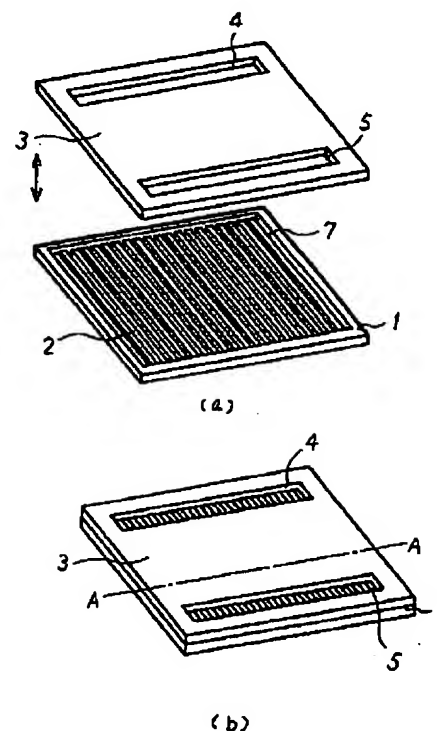
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷却装置

(57) 【要約】

【目的】 冷媒を流す際の圧力損失を低減し、半導体素子等の破壊防止が可能な冷却装置を提供すること

【構成】 基板1の一の主面1aに、複数の溝2を形成することにより、複数のフィン7を構成し、フィン7の頂面は、例えば基板1の周縁部よりも高さが低くなるようにすることにより、基板1の一の主面1a上に、その全面を覆うように張り合わされた貫通孔4、5を有するカバープレート3の対向面との間に間隙を形成して、基板1とカバープレート3との間に形成される領域を冷媒流路として利用する際の流路面積を拡大することにより、冷媒が流れる際の圧力損失を低減することが可能な冷却装置。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、この基板の少なくとも一方の主面側に取着されるカバープレートと、このカバープレートに冷媒供給口として設けられる前記基板に対して垂直方向に貫通した第1の貫通孔と、前記カバープレートに冷媒排出口として設けられる前記基板に対して垂直方向に貫通した第2の貫通孔とを具備し、前記基板あるいは前記カバープレートの対向面のうち少なくとも一方に凹凸形状が形成され、この凹凸形状を構成する凸部の一部もしくは全部と前記基板あるいは前記カバープレートのいずれかの対向面との間に間隙が形成され、前記基板と前記カバープレートとの間に形成される領域が冷媒流路として利用されることを特徴とする冷却装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば基板に搭載された半導体素子等を冷却するための冷却装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】近年、半導体装置の技術進歩は目ざましく、特に最近は何々の分野から、半導体装置の小型化及び高集積化の要請が強い。かかる要請に応えるためには、半導体装置内で発生する熱の排除に関する問題を解決する必要があり、その中で次のような冷却装置が提案されている。

【0003】以下に従来の冷却装置の例を図9を参照しつつ説明する。図9は、従来の冷却装置の概略を示すものであり、図9(a)は分解斜視図、図9(b)は外観斜視図、図9(c)は部分断面図(A-A断面図)である。

【0004】図に示すように、半導体基板1の一の主面1aには複数の溝2が設けられており、半導体基板1の他の主面1bには、半導体素子6が設けられている。溝2は一の主面1aの周縁部を残すようにして、所定の間隔でほぼ平行に設けられている。

【0005】また、半導体基板1の一の主面1a上には、そのほぼ全面を覆うように、カバープレート3が張り合わされており、このカバープレート3には、上記した各溝2の両端部に対応し、各溝2の長手方向と直交する方向に延びた貫通孔4、5が形成されている。これらの貫通孔4、5には、接続カバー(図示省略)が取り付けられ、それぞれ冷媒供給口、冷媒排出口として、異なる冷媒流路(図示省略)に接続される。そして冷媒供給源(図示省略)から一の冷媒流路に供給された冷媒は、一の冷媒流路から一方の貫通孔4に流れ、ここで半導体基板1に設けられた複数の溝2の一端に分配されるように送られる。送られた冷媒は、各溝2内を他端側に流れ、他方の貫通孔5で集約されて、他の冷媒流路に送り出される。このように、半導体基板1の一の主面に設けられた複数の溝2を冷媒流路として、そこに冷媒を流すことにより、他の主面1bに設けられた半導体素

子6が冷却される。

【0006】しかし、上記した従来技術において、複数の溝2により構成される各冷媒流路は、その流路断面が非常に小さく、流路長さが比較的長いことから、冷媒を流す際の圧力損失が大きくなる。したがって、冷媒は冷媒流路内を流動しにくくなり、所定の冷却性能が得られず、そのために半導体素子が破壊されおそれがあった。

【0007】以上、半導体素子の冷却装置について説明したが、かかる問題は半導体素子のみならず、他の電子部品あるいは冷却を必要とする発熱体に用いられる冷却装置に共通するものである。

【0008】次に、半導体素子を冷却するための冷却装置の実装構造に関する従来技術について説明する。図10は、従来の冷却装置の実装構造を示した断面図である。従来は、半導体素子を搭載した半導体チップ31の裏面にパネ32によって金属スタッド33を押し付けることにより、半導体チップ31で発生した熱を金属スタッド33から熱伝導板34へと伝え、最終的には冷媒35により冷却を行っていた。

【0009】ところが、この場合、半導体チップの大きさに比べて、金属スタッド33等からなる冷却装置が大きな構造となり、電子機器全体のコンパクト化に支障を来していた。

##### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来の冷却装置では、冷媒を流す際の圧力損失が大きいため、所定の冷却性能が得られず、半導体素子等が破壊されるおそれがあった。そこで、本発明では、かかる欠点を除去し、冷媒を流す際の圧力損失を低減し、半導体素子等の破壊防止が可能な冷却装置を提供するとともに、電子機器全体のコンパクト化を可能にする冷却装置の実装構造をも併せて提供することを目的とする。

##### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、基板と、この基板の少なくとも一方の主面側に取着されるカバープレートと、このカバープレートに冷媒供給口として設けられる前記基板に対して垂直方向に貫通した第1の貫通孔と、前記カバープレートに冷媒排出口として設けられる前記基板に対して垂直方向に貫通した第2の貫通孔とを具備し、前記基板あるいは前記カバープレートの対向面のうち少なくとも一方に凹凸形状が形成され、この凹凸形状を構成する凸部の一部もしくは全部と前記基板あるいは前記カバープレートのいずれかの対向面との間に間隙が形成され、前記基板と前記カバープレートとの間に形成される領域が冷媒流路として利用されることを特徴とする冷却装置を提供する。

##### 【0012】

【作用】上記した本発明の構成によれば、例えば、基板の一の主面側に凹凸形状を形成し、カバープレートが基

板に取着された際、この凹凸は構成する凸部と、カバープレートの対向面との間に間隙を形成することにより、前記基板と前記カバープレートとの間に形成される領域を冷媒流路として利用する際の流路面積を拡大することができるため、冷媒が流れる際の圧力損失を低減することができる。また、本発明にかかる冷却装置を用いることにより、冷却装置のコンパクトな実装が実現できる。

#### 【0013】

【実施例】本発明の実施例について、図面を参照しつつ詳細に説明する。ここでは、主に、半導体素子の冷却装置について説明するが、本発明は、この場合に限定されず、他の電子部品あるいは冷却を必要とする種々の発熱体にも適用が可能である。

【0014】図1及び図2は、本発明に係る冷却装置の第1実施例を示したものである。図1(a)は分解斜視図、図1(b)は外観斜視図、図2(a)乃至(d)は、図1(b)のA-A断面を示した部分断面図である。ここで、図9に示した部分と同一部分または同一機能を有する部分については同一番号を付すこととする。

【0015】本実施例に係る冷却装置は、例えば一辺が約15mmの方形の基板1の一の主面1aに、複数の溝2を化学エッチング等の公知の手法により形成することにより、複数のフィン7を構成する。溝2は、例えば、幅が50 $\mu$ m程度で、深さが300 $\mu$ m程度に設定されており、各溝2は、ほぼ等間隔で平行に形成されている。ここで、基板1の周縁部は残し、フィン7の頂面は、例えば図1(a)に示すように、この周縁部よりも高さが低くなるようにする。

【0016】また、基板1の一の主面1a上には、その全面を覆うようにカバープレート3が張り合わされており、このカバープレート3には、貫通孔4、5が形成されている。これらの貫通孔4、5には、接続カバー（図示省略）が取り付けられ、それぞれ冷媒供給口、冷媒排出口として、異なる冷媒流路（図示省略）に接続される。そして冷媒供給源（図示省略）から一の冷媒流路に供給された冷媒は、一の冷媒流路から一方の貫通孔4に送り込まれ、基板1とカバープレート3との間の領域を経て、他方の貫通孔5から他の冷媒流路に送り出される。これにより、基板1の他の主面1b上に設けられた半導体素子6が冷却される。

【0017】図2は、基板1とカバープレート3との間の領域、即ち冷却装置に設けられた冷媒流路の断面を示す部分断面図である。本実施例に係る冷却装置においては、例えば、図2(a)に示すように、フィン7の頂面とカバープレート3との間に一定の間隙を設け、複数の溝2により構成される微小な冷媒流路を連結して流路面積を拡大することにより、冷媒が流れる際の圧力損失の低減を図っている。これにより、冷媒が冷却装置に設けられた冷媒流路内をスムーズに流動するようになり、十

分な冷却効果が発揮されるようになるため、冷却対象である半導体素子が破壊される心配もなくなる。

#### 【0018】図2(b)乃至(d)は、上記した図2

(a)において示した冷媒流路の変形例を示したものである。フィン7の頂面とカバープレート3との間の間隙は、すべてフィン7について設ける必要はなく、図2(b)に示すように、フィン7bのようにその頂面がカバープレート3に接触して冷媒流路をいくつかに区分するようにしても良い。この場合、圧力損失は多少増大するが、従来に比べればその値を低減でき、所望の効果をを得ることができる。また、図2(c)に示すように、フィン7の高さ、即ち、フィン7の頂面とカバープレート3との間の間隙は一定でなくても良く、フィン7a、7cのように高さを適宜変えた構成としても良い。図2(d)は、(b)と(c)を組み合わせたものであり、このような構成でも同様の作用・効果が得られる。

【0019】なお、本実施例では、基板1側に溝2を設けることによりフィン7を形成しているが、これをカバープレート3側に設けてもやはり同様の効果が得られる。また、冷却を必要とする半導体素子6を、カバープレート3側に設けても良い。

【0020】図3は、本発明に係る冷却装置の第2実施例を示したものである。図3(a)は分解斜視図、図3(b)は外観斜視図である。ここで、図1に示した部分と同一部分または同一機能を有する部分については同一番号を付すことにより、重複説明を省略する。本実施例は、第1実施例におけるカバープレート3に改良を加えたものである。つまり、カバープレート3には、冷媒の供給口及び排出口を形成するため、3箇所に貫通孔4a、4b、5が設けられている。この貫通孔のうち、カバープレート3の両端側に位置する貫通孔4a、4bを冷媒供給口として適用すれば、供給された冷媒は、基板1の周縁部から中心部に向かって流れる。そして、残りの貫通孔5を冷媒排出口として適用することにより、基板1の中心部近傍から冷媒を排出することができる。なお、基板1上に設けられたフィン7の構成に関しては第1実施例（図2参照）と同様であるため、ここでは重複説明を省略する。

【0021】以上のような構成によれば、冷媒流路の長さが従来の半分で済むことから、第1実施例に加えてさらに圧力損失を低減することが可能となる。したがって、より冷却効率の高い冷却装置の構築が可能となる。

【0022】一方、上記とは逆に、カバープレート3の中心部近傍に位置する貫通孔5を冷媒供給口とし、残りの貫通孔4a、4bを冷媒排出口とすることにより、冷媒を基板1の中心部近傍から供給し、基板1の周縁部から排出するようにしても上記と同様の作用・効果が得られる。

【0023】図4は、本発明に係る冷却装置の第3実施例を示したものである。図4(a)は分解斜視図、図4

(b)は外観斜視図である。図1に示した部分と同一部分または同一機能を有する部分については同一番号を付すことにより、重複説明を省略する。本実施例は、第1実施例における基板1及びカバープレート3の双方に改良を加えたものである。本実施例においては、基板1のほぼ中央で仕切壁8により、独立した溝2a、2bを設け、冷媒流路を第1実施例のほぼ半分の長さとしている。これに対応して、カバープレート3には、冷媒の供給口及び排出口を形成するため、4箇所に通孔4a、4b、5a、5bが設けられている。即ち、これらの通孔のうち、仕切壁8で仕切られた2つの領域ごとに各々2つの通孔を位置させ、その一方を冷媒供給口、他方を冷媒排出口として適用する。例えば、カバープレート3の両端側に設けられた通孔4a、4bを冷媒供給口として適用すれば、冷媒は基板1の周縁部から中心部へ向かって流れる。そして、他方の通孔5a、5bを冷媒排出口として適用することにより、基板1の中心部近傍から冷媒を排出することができる。なお、基板1上に設けられたフィン7a、7bの構成に関しては第1実施例(図2参照)と同様であるため、ここでは重複説明を省略する。

【0024】以上のような構成によれば、第2実施例と同様に、冷媒流路の長さが従来の半分で済むことから、第1実施例に加えてさらに圧力損失を低減することが可能となる。

【0025】一方、上記とは逆に、カバープレート3の中心部近傍に位置する通孔5a、5bを冷媒供給口とし、残りの通孔4a、4bを冷媒排出口とすることにより、冷媒を基板1の中心部近傍から供給し、基板1の周縁部から排出するようにしても良い。また、一方の領域では、冷媒を基板1の周縁部の通孔4a(4b)から供給し、基板1の中心部近傍の通孔5a(5b)から排出するようにし、他方の領域では、反対に基板1の中心部近傍の通孔5b(5a)から供給し、基板1の周縁部の通孔4b(4a)から排出するようにしても良い。

【0026】図5及び図6は、本発明に係る冷却装置の第4実施例を示したものである。図5(a)は分解斜視図、図5(b)は外観斜視図、図6(a)及び(b)は、図5(b)のA-A断面を示した部分断面図である。ここで、図1に示した部分と同一部分または同一機能を有する部分については同一番号を付すことにより重複説明を省略することとする。

【0027】第1実施例においては、冷却装置内における冷媒の主流方向と、溝2及びフィン7の長手方向が一致していたのに対し、本実施例では、カバープレート3に設けられた通孔4、5が基板1上に形成される溝2及びフィン7の長手方向と同一方向に延びた構成として、冷却装置内における冷媒の主流方向が、溝2及びフィン7の長手方向と直交するように構成されている。こ

のため、冷媒が冷媒流路を流動する際、フィン7によって流れが攪乱され、熱伝達特性が向上する。また、図6(a)及び(b)に示すように、本実施例においては、すべてのフィン7の頂面とカバープレート3との間に間隙を設ける必要がある。しかし、その間隙は一定でなくても良く、フィン7a、7bのように高さを適宜変えた構成としても良い。なお、その他の作用・効果に関しては第1実施例と同様である。

【0028】図7は、本発明に係る冷却装置の第5実施例を示したものである。図7(a)は分解斜視図、図7(b)は部分断面図である。本実施例においては、第1実施例における基板1に相当する中板11の両主面に、複数の溝12a、12bを化学エッチング等の公知の手法により形成することにより、複数のフィン17a、17bを構成する。各溝12a、12bは、ほぼ等間隔で平行に形成されている。ここで、中板11の周縁部は残し、フィン17a、17bの頂面は、例えば図7(a)、(b)に示すように、この周縁部よりも高さが低くなるようにする。

【0029】中板11の両主面上には、その全面を覆うようにカバープレート13a、13bが張り合わされており、これらのカバープレート13a、13bには、冷媒の供給口及び排出口を構成するため、通孔14a、15a並びに14b、15bがそれぞれ設けられている。また、カバープレート13aの中板11に接続される主面と反対側の主面上には半導体素子16が設けられている。

【0030】本実施例においては、例えば、カバープレート13aの通孔14a及びカバープレート13bの通孔15bを冷媒供給口として適用し、残りの通孔15a、14bを冷媒排出口として適用することにより、中板11の両主面とカバープレート13a、13bとの間に設けられた冷媒流路に、冷媒を対向流となるように流動させることができる。これにより、冷媒の流れ方向の温度勾配が緩和され、冷却装置内の温度分布を平均化することが可能となる。

【0031】また、上記した各実施例と同様に、図7(b)に示すようにフィン17a、17bの頂面とカバープレート13a、13bとの間に一定の間隙を設け、複数の溝12a、12bにより構成される微小な冷媒流路を連結して流路面積を拡大することにより、冷媒が流れる際の圧力損失の低減を図っている。これにより、冷媒が冷却装置に設けられた冷媒流路内をスムーズに流動するようになり、十分な冷却効果が発揮されるようになるため、冷却対象である半導体素子が破壊される心配もなくなる。

【0032】なお、図7においては、半導体素子16を一方のカバープレート13aのみに設けているが、他方のカバープレート13bの中板11に接続される主面と反対側の主面上にも半導体素子を設けて、同時に冷却す

るようにしても良い。また、図17a、17bの構成に関しては第1実施例(図2参照)と同様に考えることが可能であり、ここでは重複説明を省略する。さらに、本実施例と第2乃至第4実施例とを組み合わせた構成としても良い。

【0033】図8は、本発明に係る冷却装置の第6実施例を示したものである。図8(a)は分解斜視図、図8(b)は部分断面図である。第5実施例においては、冷却装置の冷媒流路を構成するために溝12a、12b及びフィン17a、17bが中板11上に形成されていたが(図7参照)、本実施例においては、それらが中板21の両主面に張り合わせられるカバープレート23a、23bの対向面上に設けられている。即ち、カバープレート23a、23bの周縁部の対面する2箇所に冷媒の供給口及び排出口を構成する貫通孔24a、25a並びに24b、25bが設けられており、カバープレート23a、23bの一主面上の上記貫通孔に挟まれた部分に溝22a、22bを形成することにより、複数のフィン27a、27bが構成されている。また、カバープレート23aの中板21に接続される主面と反対側の主面上には半導体素子16が設けられている。このような構成によっても、第4実施例と同様の作用・効果が得られる。

【0034】次に、本発明にかかる冷却装置の実装構造について図11を参照しつつ説明する。図11の(a)は本発明にかかる冷却装置の実装構造の一実施例を示す断面図、(b)はその部分拡大図である。

【0035】配線基板41に半田バンプ42を介して接続されている半導体チップ43には、上述したような数 $10\mu\text{m}$ オーダーの溝が複数形成されたチャンネルプレート44aと、冷媒供給口および冷媒排出口を有するカバープレート44bを張り合わせることで形成されるマイクロチャンネル熱交換器44が熱的に接続されている。かかる熱的接続は、マイクロチャンネル熱交換器44がシリコン等の熱伝導性の良好な材料で形成されれば、半導体チップに直接接着することにより達成でき、接触部分の熱抵抗を充分小さくすることが可能である。ただし、熱応力の発生等が予想される場合は、熱伝導性グリス等の介在物を介して接続しても良い。

【0036】このような実装構造を有する複数のマイクロチャンネル熱交換器44を連結するとともに、それぞれに冷媒を供給するための冷媒流路45を有する冷媒供給ホルダ46が設けられている。この冷媒供給ホルダ46は、カバープレート44bに接着等により接続されるが、カバープレート44bを設けず、直接チャンネルプレート44aに接続しても良い。冷媒供給ホルダ46に設けられた冷媒流路46には、マイクロチャンネル熱交換器44のカバープレート44bに設けられた冷媒供給口及び冷媒排出口に連結される流路が設けられている。

【0037】このようにして、発熱体である半導体チッ

プ43に対して冷却装置であるマイクロチャンネル熱交換器44が実装され、冷媒供給ホルダ46内の冷媒流路45を流動する冷媒によって、半導体チップ43が冷却される。

【0038】本実施例のように、マイクロチャンネル熱交換器44を用いれば冷却装置自体を小型化できるとともに、冷媒の全流量も微小にすることができるため、冷媒供給ホルダ46をも小型化することができ、冷却装置のコンパクトな実装が可能となり、電子機器全体のコンパクト化を実現することが可能となる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、冷却装置に設けられた冷媒流路内を冷媒が流れる際の圧力損失を低減させることができるため、冷媒が冷媒流路内をスムーズに流動するようになり、十分な冷却効果が発揮されるようになり、冷却対象である半導体素子等の破壊を防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る冷却装置の第1実施例を示す斜視図。

【図2】本発明に係る冷却装置の第1実施例を示す部分断面図。

【図3】本発明に係る冷却装置の第2実施例を示す斜視図。

【図4】本発明に係る冷却装置の第3実施例を示す斜視図。

【図5】本発明に係る冷却装置の第4実施例を示す斜視図。

【図6】本発明に係る冷却装置の第4実施例を示す部分断面図。

【図7】本発明に係る冷却装置の第5実施例を示す図。

【図8】本発明に係る冷却装置の第6実施例を示す図。

【図9】従来の冷却装置の概略を示す図。

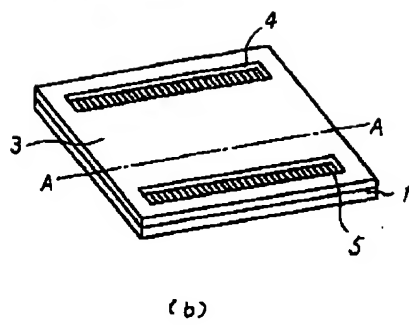
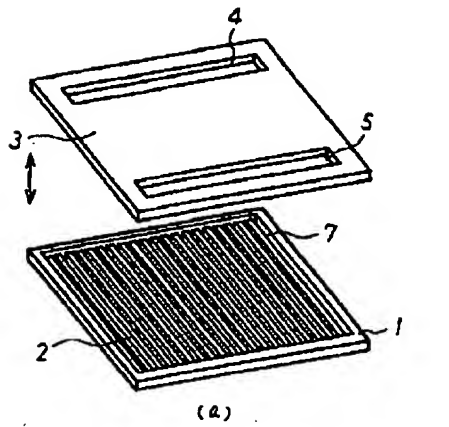
【図10】従来の冷却装置の実装構造を示した断面図。

【図11】本発明にかかる冷却装置の実装構造を示す図。

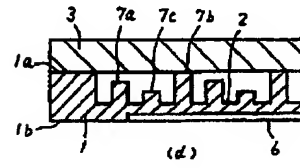
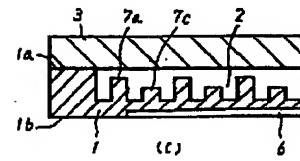
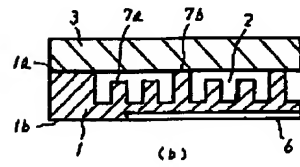
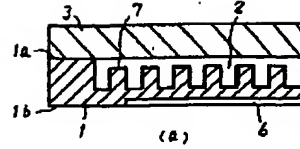
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 溝
- 3 カバープレート
- 4, 5 貫通孔
- 6 半導体素子
- 7 フィン
- 41 配線基板
- 42 半田バンプ
- 43 半導体チップ
- 44 マイクロチャンネル熱交換器
- 45 冷媒流路
- 46 冷媒供給ホルダ

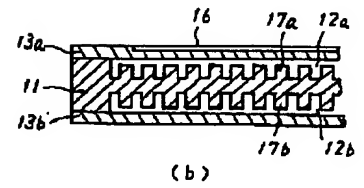
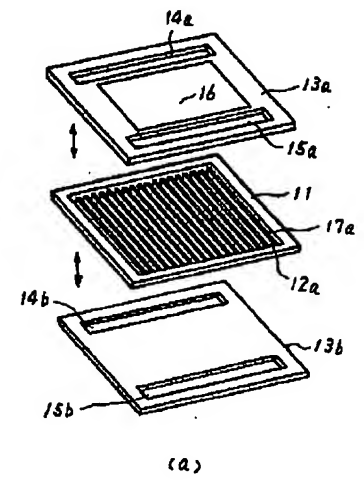
【図1】



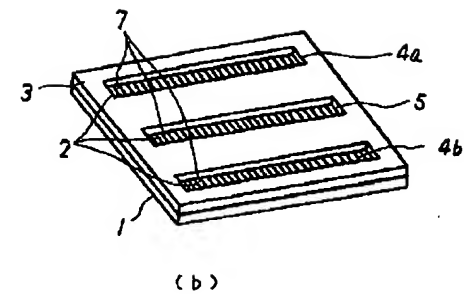
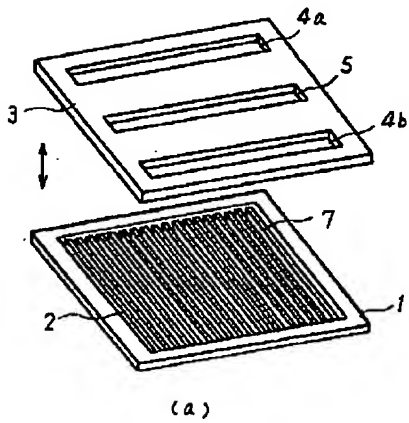
【図2】



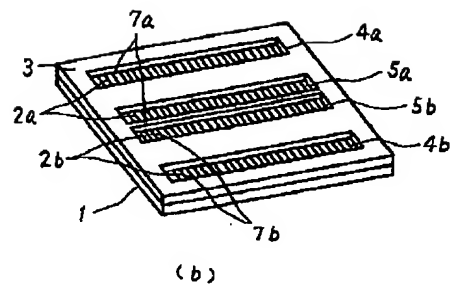
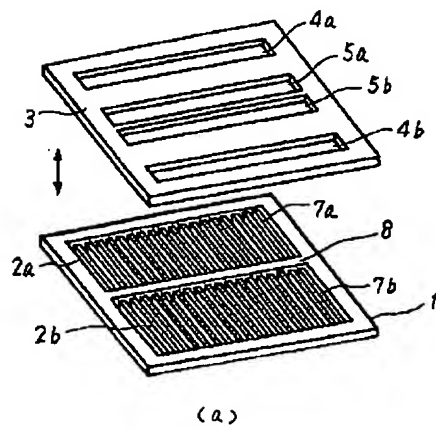
【図7】



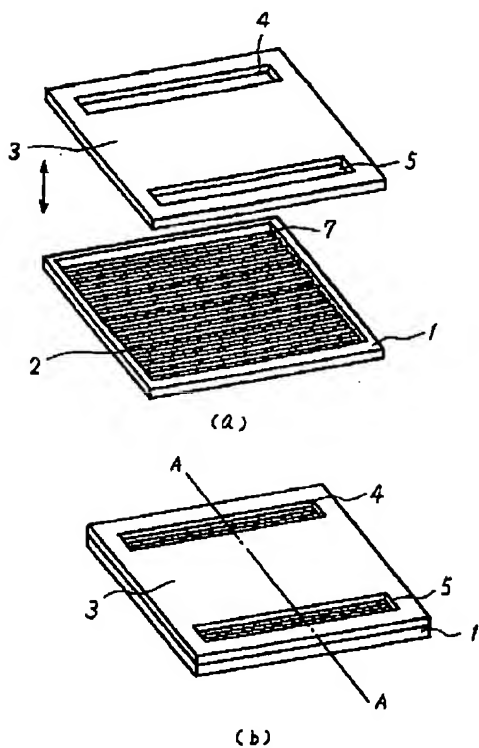
【図3】



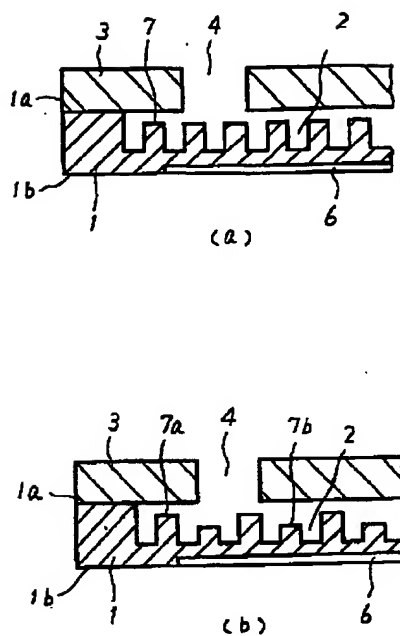
【図4】



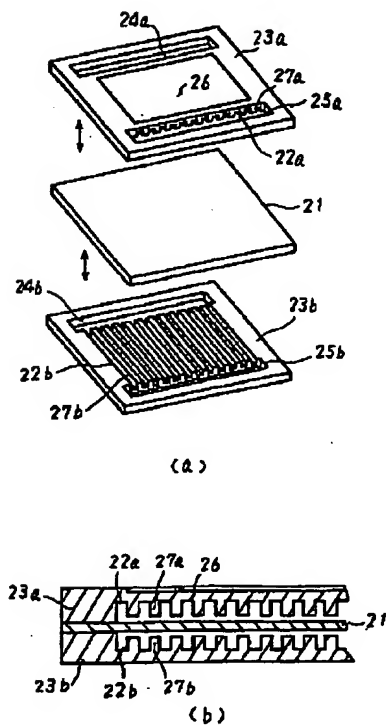
【図5】



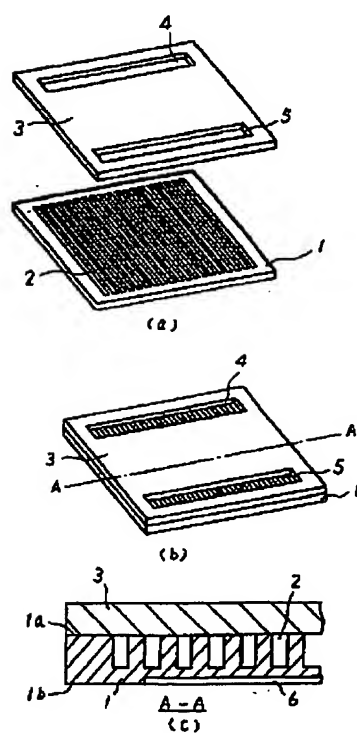
【図6】



【図8】

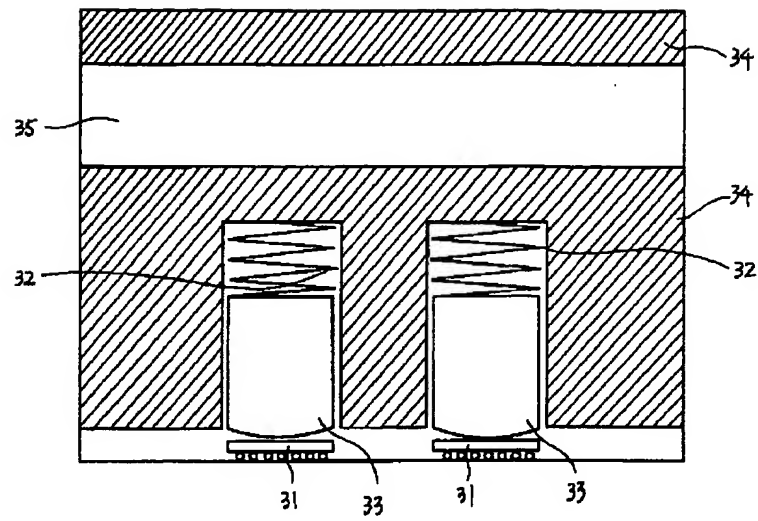


【図9】

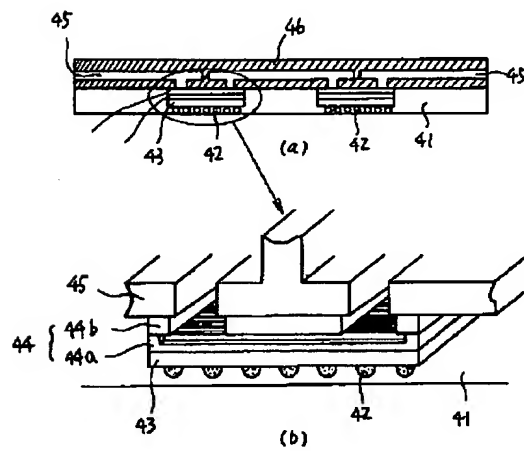




【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 久野 勝美  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 石塚 勝  
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A substrate and the cover plate attached in one [ at least ] principal plane side of this substrate, The 1st breakthrough perpendicularly penetrated to said substrate formed in this cover plate as a refrigerant feed hopper, The 2nd breakthrough perpendicularly penetrated to said substrate formed in said cover plate as a refrigerant exhaust port is provided. A concavo-convex configuration is formed at least in one side among the opposed faces of said substrate or said cover plate. The cooling system characterized by using the field which a gap is formed between the opposed faces of either a part or all of heights that constitutes this concavo-convex configuration, said substrate or said cover plate, and is formed between said substrates and said cover plates as refrigerant passage.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the cooling system for cooling the semiconductor device carried in the substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the technical progress of a semiconductor device has the strong request of the miniaturization of \*\*\*\* better \*\* and various fields to a semiconductor device, and high integration especially recently. In order to respond to this request, it is necessary to solve the problem about abatement of the heat generated within a semiconductor device, and the following cooling systems are proposed in it.

[0003] The example of the conventional cooling system is explained to it, referring to drawing 9 to below. Drawing 9 shows the outline of the conventional cooling system, and drawing 9 (a) is [ an appearance perspective view and drawing 9 (c) of a decomposition perspective view and drawing 9 (b) ] fragmentary sectional views (A-A sectional view).

[0004] As shown in drawing, two or more slots 2 are established in principal plane 1a of 1 of the semi-conductor substrate 1, and the semiconductor device 6 is formed in other principal plane 1b of the semi-conductor substrate 1. As a slot 2 leaves the periphery section of principal plane 1a of 1, it is mostly established in parallel at the predetermined spacing.

[0005] Moreover, on principal plane 1a of 1 of the semi-conductor substrate 1, it corresponds to the both ends of each [ that / that the cover plate 3 was stretched so that the whole surface might be covered mostly, and was described above to this cover plate 3 ] slot 2, and the breakthroughs 4 and 5 prolonged in the direction which intersects perpendicularly with the longitudinal direction of each slot 2 are formed. Connection covering (graphic display abbreviation) is attached in these breakthroughs 4 and 5, and it connects with different refrigerant passage (graphic display abbreviation) as a refrigerant feed hopper and a refrigerant exhaust port, respectively. And the refrigerant supplied to the refrigerant passage of 1 from the refrigerant supply source (graphic display abbreviation) flows from the refrigerant passage of 1 to one breakthrough 4, and it is sent in so that it may be distributed to the end of two or more slots 2 established in the semi-conductor substrate 1 here. The sent-in refrigerant flows the inside of each slot 2 to an other end side, is collected by the breakthrough 5 of another side, and is sent out to other refrigerant passage. Thus, the semiconductor device 6 prepared in other principal plane 1b is cooled by pouring a refrigerant there by making into refrigerant passage two or more slots 2 established in the principal plane of 1 of the semi-conductor substrate 1.

[0006] However, in the above-mentioned conventional technique, the passage cross section of each refrigerant passage constituted by two or more slots 2 is dramatically small, and the pressure loss at the time of passage die length pouring a refrigerant from a \*\*\*\*\* comparatively becomes large. Therefore, it was hard coming to flow in the inside of refrigerant passage, and the predetermined cooling engine performance was not obtained, therefore the semiconductor device was destroyed, and the refrigerant had fear.

[0007] As mentioned above, although the cooling system of a semiconductor device was explained, this problem is common in the cooling system used not only for a semiconductor device but for the heating element which needs other electronic parts or cooling.

[0008] Next, the conventional technique about the mounting structure of the cooling system for cooling a semiconductor device is explained. Drawing 10 is the sectional view having shown the mounting structure of the conventional cooling system. Conventionally, by forcing the metal stud 33 on the rear face of a semiconductor chip 31 in which the semiconductor device was carried with a spring 32, the heat generated with the semiconductor chip 31 was told from the metal stud 33 to the heat-conduction plate 34, and it was cooling with the refrigerant 35 eventually.

[0009] However, the cooling system which consists of metal stud 33 grade in this case compared with the magnitude of a semiconductor chip became big structure, and trouble was caused to miniaturization of the whole electronic equipment.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the conventional cooling system, as explained above, since the pressure loss at the time of pouring a refrigerant was large, the predetermined cooling engine performance was not obtained but there was a possibility that a semiconductor device etc. might be destroyed. Then, while removing this fault, reducing the pressure loss at the time of pouring a refrigerant in this invention and offering the cooling system in which destructive prevention of a semiconductor device etc. is possible, it aims at offering collectively the mounting structure of the cooling system which enables miniaturization of the whole electronic equipment.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The cover plate attached in one [ at least ] principal plane side of a substrate and this substrate in this invention in order to attain the above-mentioned object, The 1st breakthrough perpendicularly penetrated to said substrate formed in this cover plate as a refrigerant feed hopper, The 2nd breakthrough perpendicularly penetrated to said substrate formed in said cover plate as a refrigerant exhaust port is provided. A concavo-convex configuration is formed at least in one side among the opposed faces of said substrate or said cover plate. The cooling system characterized by using the field which a gap is formed between the opposed faces of either a part or all of heights that constitutes this concavo-convex configuration, said substrate or said cover plate, and is formed between said substrates and said cover plates as refrigerant passage is offered.

[0012]

[Function] By forming a gap between the heights which constitute this concavo-convex configuration, and the opposed face of a cover plate, when according to the configuration of above-mentioned this invention a concavo-convex configuration is formed in the principal plane side of 1 of a substrate and a cover plate is attached in a substrate, for example Since the flow passage area at the time of using the field formed between said substrates and said cover plates as refrigerant passage is expandable, the pressure loss at the time of a refrigerant flowing can be reduced. Moreover, compact mounting of a cooling system is realizable by using the cooling system concerning this invention.

[0013]

[Example] The example of this invention is explained to a detail, referring to a drawing. Here, although the cooling system of a semiconductor device is explained, this invention is not limited in this case, but can mainly be applied also to the various heating elements which need other electronic parts or cooling.

[0014] Drawing 1 and drawing 2 show the 1st example of the cooling system concerning this invention. It is the fragmentary sectional view in which drawing 1 (a) showed the decomposition perspective view, and an appearance perspective view, drawing 2 (a), or (d) showed the A-A cross section of drawing 1 (b) as for drawing 1 (b). Here, suppose that the same number is attached about the part which has the same part as the part shown in drawing 9, or the same function.

[0015] The cooling system concerning this example constitutes two or more fins 7 by forming two or more slots 2 in principal plane 1a of 1 of the substrate 1 of the rectangle whose one side is about 15mm by well-known technique, such as chemical etching. The depth is set as about 300 micrometers for width of face by about 50 micrometers, and each slot 2 is mostly formed in parallel for the slot 2 at equal intervals. The periphery section of a substrate 1 leaves and it is made for height to become low rather than this periphery section here, as the top face of a fin 7 is shown in drawing 1 (a).

[0016] Moreover, a cover plate 3 is stretched and breakthroughs 4 and 5 are formed in this cover plate 3 so that that whole surface may be covered on principal plane 1a of 1 of a substrate 1. Connection covering (graphic display abbreviation) is attached in these breakthroughs 4 and 5, and it connects with different refrigerant passage (graphic display abbreviation) as a refrigerant feed hopper and a refrigerant exhaust port, respectively. And the refrigerant supplied to the refrigerant passage of 1 from the refrigerant supply source (graphic display abbreviation) is sent into one breakthrough 4 from the refrigerant passage of 1, and is sent out to other refrigerant passage from the breakthrough 5 of another side through the field between a substrate 1 and a cover plate 3. Thereby, the semiconductor device 6 prepared on other principal plane 1b of a substrate 1 is cooled.

[0017] Drawing 2 is the fragmentary sectional view showing the field between a substrate 1 and a cover plate 3, i.e., the cross section of the refrigerant passage established in the cooling system. In the cooling system concerning this example, as shown in drawing 2 (a), reduction of the pressure loss at the time of a refrigerant flowing is in drawing by preparing a fixed gap between the top face of a fin 7, and a cover plate 3, connecting the minute refrigerant passage constituted by two or more slots 2, and expanding a flow passage area, for example. In order for this to come to flow

smoothly the inside of the refrigerant passage where the refrigerant was prepared in the cooling system and to demonstrate sufficient cooling effect, a fear of the semiconductor device which is an object for cooling being destroyed also disappears.

[0018] Drawing 2 (b) thru/or (d) show the modification of the refrigerant passage shown in above-mentioned drawing 2 (a). The top face contacts a cover plate 3, and you may make it classify refrigerant passage into some like fin 7b, as it is necessary to prepare not all the gaps between the top face of a fin 7, and a cover plate 3 about a fin 7 and is shown in drawing 2 (b). In this case, although some pressure loss increases, if compared with the former, that value can be reduced and desired effectiveness can be acquired. Moreover, as shown in drawing 2 (c), the height of a fin 7, i.e., the gap between the top face of a fin 7 and a cover plate 3, may not be fixed, and it is good also as a configuration which changed height suitably like Fins 7a and 7c. Drawing 2 (d) combines (c) with (b), and an operation and effectiveness with the same said of such a configuration are acquired.

[0019] In addition, although the fin 7 is formed by establishing a slot 2 in a substrate 1 side in this example, even if it prepares this in a cover-plate 3 side, the same effectiveness is acquired too. Moreover, the semiconductor device 6 which needs cooling may be formed in a cover-plate 3 side.

[0020] Drawing 3 shows the 2nd example of the cooling system concerning this invention. Drawing 3 (a) is a decomposition perspective view, and drawing 3 (b) is an appearance perspective view. Here, about the part which has the same part as the part shown in drawing 1, or the same function, duplication explanation is omitted by attaching the same number. This example adds amelioration to the cover plate 3 in the 1st example. That is, in order to form the feed hopper and exhaust port of a refrigerant in a cover plate 3, breakthroughs 4a, 4b, and 5 are formed in three places. If the breakthroughs 4a and 4b located in the ends side of a cover plate 3 among this breakthrough are applied as a refrigerant feed hopper, the supplied refrigerant will flow toward a core from the periphery section of a substrate 1. And a refrigerant can be discharged near the core of a substrate 1 by applying the remaining breakthroughs 5 as a refrigerant exhaust port. In addition, about the configuration of the fin 7 prepared on the substrate 1, since it is the same as that of the 1st example (refer to drawing 2), duplication explanation is omitted here.

[0021] According to the above configurations, since the die length of refrigerant passage can be managed with the conventional one half, it becomes possible to reduce pressure loss further in addition to the 1st example. Therefore, construction of a cooling system with more high cooling effectiveness is attained.

[0022] On the other hand, with the above, even if it supplies a refrigerant from near the core of a substrate 1 to reverse and makes it discharge from the periphery section of a substrate 1 conversely by using as a refrigerant feed hopper the breakthrough 5 located near the core of a cover plate 3, and using the remaining breakthroughs 4a and 4b as a refrigerant exhaust port, the same operation and effectiveness as the above are acquired.

[0023] Drawing 4 shows the 3rd example of the cooling system concerning this invention. Drawing 4 (a) is a decomposition perspective view, and drawing 4 (b) is an appearance perspective view. Here, about the part which has the same part as the part shown in drawing 1, or the same function, duplication explanation is omitted by attaching the same number. This example adds amelioration to the both sides of the substrate 1 in the 1st example, and a cover plate 3. this example -- setting -- slot 2a of a substrate 1 which became independent with the bridge wall 8 in the center mostly, and 2b -- preparing -- refrigerant passage -- the 1st example -- it is considering as the half die length mostly. In order to form the feed hopper and exhaust port of a refrigerant in a cover plate 3 corresponding to this, Breakthroughs 4a, 4b, 5a, and 5b are formed in four places. That is, two breakthroughs are located respectively every two fields divided with the bridge wall 8 among these breakthroughs, and a refrigerant feed hopper and another side are applied for one of these as a refrigerant exhaust port. For example, if the breakthroughs 4a and 4b prepared in the ends side of a cover plate 3 are applied as a refrigerant feed hopper, a refrigerant will flow toward a core from the periphery section of a substrate 1. And a refrigerant can be discharged near the core of a substrate 1 by applying the breakthroughs 5a and 5b of another side as a refrigerant exhaust port. In addition, about the configuration of the fins 7a and 7b prepared on the substrate 1, since it is the same as that of the 1st example (refer to drawing 2), duplication explanation is omitted here.

[0024] According to the above configurations, like the 2nd example, since the die length of refrigerant passage can be managed with the conventional one half, it becomes possible to reduce pressure loss further in addition to the 1st example.

[0025] A refrigerant is supplied from near the core of a substrate 1 to reverse, and you may make it discharge from the periphery section of a substrate 1 conversely with the above on the other hand by using as a refrigerant feed hopper the breakthroughs 5a and 5b located near the core of a cover plate 3, and using the remaining breakthroughs 4a and 4b as a refrigerant exhaust port. Moreover, supply a refrigerant from breakthrough 4a (4b) of the periphery section of a substrate 1, and it is made to discharge from breakthrough 5a near the core of a substrate 1 (5b), and it supplies reversely from breakthrough 5b near the core of a substrate 1 (5a), and you may make it discharge from breakthrough 4b

(4a) of the periphery section of a substrate in the field of another side in one field.

[0026] Drawing 5 and drawing 6 show the 4th example of the cooling system concerning this invention. It is the fragmentary sectional view in which drawing 5 (a) showed the decomposition perspective view, and an appearance perspective view, drawing 6 (a), and (b) showed the A-A cross section of drawing 5 (b) as for drawing 5 (b). Here, suppose that duplication explanation is omitted by attaching the same number about the part which has the same part as the part shown in drawing 1, or the same function.

[0027] As opposed to having set in the 1st example and the mainstream direction of the refrigerant in a cooling system and the longitudinal direction of a slot 2 and a fin 7 having been in agreement in this example As a configuration prolonged in the same direction as the longitudinal direction of the slot 2 where the breakthroughs 4 and 5 prepared in the cover plate 3 are formed on a substrate 1, and a fin 7, the mainstream direction of the refrigerant in a cooling system is constituted so that it may intersect perpendicularly with the longitudinal direction of a slot 2 and a fin 7. For this reason, in case a refrigerant flows the inside of refrigerant passage, with a fin 7, the disturbance of the flow is carried out and a heat transfer property improves. Moreover, as shown in drawing 6 (a) and (b), in this example, it is necessary to prepare a gap between the top face of all the fins 7, and a cover plate 3. However, the gap may not be fixed and is good also as a configuration which changed height suitably like Fins 7a and 7b. In addition, about other operation and effectiveness, it is the same as that of the 1st example.

[0028] Drawing 7 shows the 5th example of the cooling system concerning this invention. Drawing 7 (a) is a decomposition perspective view, and drawing 7 (b) is a fragmentary sectional view. In this example, two or more fins 17a and 17b are constituted by forming two or more slots 12a and 12b in both the principal planes of the medium plate 11 equivalent to the substrate 1 in the 1st example by well-known technique, such as chemical etching. Each slots 12a and 12b are mostly formed in parallel at equal intervals. The periphery section of a medium plate 11 leaves and it is made for height to become low rather than this periphery section here, as the top face of Fins 17a and 17b is shown in drawing 7 (a) and (b).

[0029] On both the principal planes of a medium plate 11, since cover plates 13a and 13b are stretched and the feed hopper and exhaust port of a refrigerant are constituted in these cover plates 13a and 13b so that the whole surface may be covered, 14b and 15b are prepared at breakthrough 14a and 15a list, respectively. Moreover, the semiconductor device 16 is formed on the principal plane connected to the medium plate 11 of cover-plate 13a, and the principal plane of an opposite hand.

[0030] A refrigerant can be made to flow in this example, to the refrigerant passage prepared between both the principal planes of a medium plate 11, and cover plates 13a and 13b by applying breakthrough 15 of breakthrough 14a and cover-plate 13b of cover-plate 13a b as a refrigerant feed hopper, and, for example, applying the remaining breakthroughs 15a and 14b as a refrigerant exhaust port, so that it may become a countercurrent flow. Thereby, the temperature gradient of the flow direction of a refrigerant is eased and it becomes possible to equalize the temperature distribution of the cooling systems.

[0031] Moreover, reduction of the pressure loss at the time of a refrigerant flowing is in drawing by preparing a fixed gap like each above-mentioned example, between the top face of Fins 17a and 17b, and cover plates 13a and 13b, as shown in drawing 7 (b), connecting the minute refrigerant passage constituted by two or more slots 12a and 12b, and expanding a flow passage area. In order for this to come to flow smoothly the inside of the refrigerant passage where the refrigerant was prepared in the cooling system and to demonstrate sufficient cooling effect, a fear of the semiconductor device which is an object for cooling being destroyed also disappears.

[0032] In addition, although the semiconductor device 16 is formed only in one cover-plate 13a, a semiconductor device is prepared also on the principal plane connected to the medium plate 11 of cover-plate 13b of another side, and the principal plane of an opposite hand, and you may make it cool simultaneously in drawing 7. Moreover, it is possible to consider the configuration of Fins 17a and 17b to be the 1st example (to refer to drawing 2) the same way, and duplication explanation is omitted here. Furthermore, it is good also as a configuration which combined this example, the 2nd, or the 4th example.

[0033] Drawing 8 shows the 6th example of the cooling system concerning this invention. Drawing 8 (a) is a decomposition perspective view, and drawing 8 (b) is a fragmentary sectional view. In the 5th example, although Slots 12a and 12b and Fins 17a and 17b were formed on the medium plate 11 since the refrigerant passage of a cooling system was constituted (refer to drawing 7), in this example, it is prepared on the opposed face of the cover plates 23a and 23b with which they are made to rival by both the principal planes of a medium plate 21. That is, 24b and 25b are prepared in two places which the periphery section of cover plates 23a and 23b meets at breakthrough 24a which constitutes the feed hopper and exhaust port of a refrigerant, and 25a list, and two or more fins 27a and 27b are constituted by forming Slots 22a and 22b in the part pinched by the above-mentioned breakthrough on the 1 principal

plane of cover plates 23a and 23b. Moreover, the semiconductor device 16 is formed on the principal plane connected to the medium plate 21 of cover-plate 23a, and the principal plane of an opposite hand. Also by such configuration, the same operation and effectiveness as the 4th example are acquired.

[0034] Next, it explains, referring to drawing 11 about the mounting structure of the cooling system concerning this invention. The sectional view showing one example of the mounting structure of the cooling system which (a) of drawing 11 requires for this invention, and (b) are the elements on larger scale.

[0035] The micro channel heat exchanger 44 formed by making channel plate 44a by which two or more formation of the slot of several 10-micrometer order which was mentioned above was carried out, and cover-plate 44b which has a refrigerant feed hopper and a refrigerant exhaust port rival is thermally connected to the semiconductor chip 43 connected to the wiring substrate 41 through the solder bump 42. It can attain by pasting a semiconductor chip directly, and this thermal connection can make thermal resistance of a contact part sufficiently small, if the micro channel heat exchanger 44 is formed with the thermally conductive good ingredient of silicon etc. However, when generating of thermal stress etc. is expected, you may connect through inclusion, such as thermally conductive grease.

[0036] While connecting two or more micro channel heat exchangers 44 which have such mounting structure, the refrigerant supply holder 46 which has the refrigerant passage 45 for supplying a refrigerant to each is formed. Although it connects with cover-plate 44b by adhesion etc., this refrigerant supply holder 46 may not prepare cover-plate 44b, but may connect it to direct channel plate 44a. The passage connected with the refrigerant feed hopper and refrigerant exhaust port which were prepared in cover-plate 44b of the micro channel heat exchanger 44 is established in the refrigerant passage 46 established in the refrigerant supply holder 46.

[0037] Thus, the micro channel heat exchanger 44 which is a cooling system is mounted to the semiconductor chip 43 which is a heating element, and a semiconductor chip 43 is cooled with the refrigerant which flows the refrigerant passage 45 in the refrigerant supply holder 46.

[0038] Since the full flow of a refrigerant can also be made minute while being able to miniaturize the cooling system itself like this example, if the micro channel heat exchanger 44 is used, the refrigerant supply holder 46 can also be miniaturized, compact mounting of a cooling system is attained, and it becomes possible to realize miniaturization of the whole electronic equipment.

[0039]

[Effect of the Invention] Since the pressure loss at the time of a refrigerant flowing the inside of the refrigerant passage established in the cooling system can be reduced according to this invention as explained above, a refrigerant comes to flow the inside of refrigerant passage smoothly, sufficient cooling effect comes to be demonstrated, and it becomes possible to prevent destruction of the semiconductor device which is an object for cooling.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

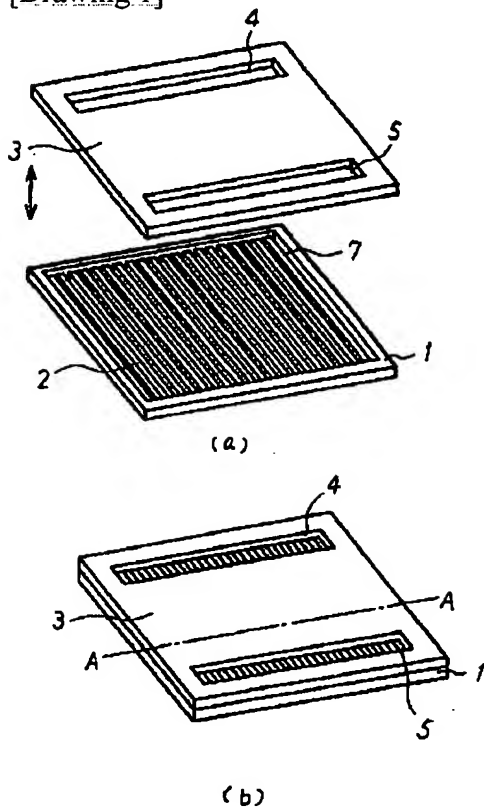
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DRAWINGS

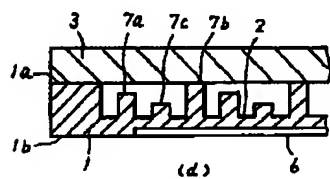
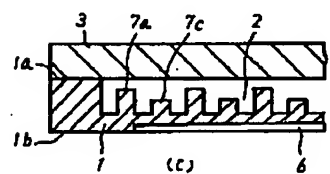
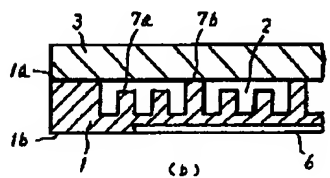
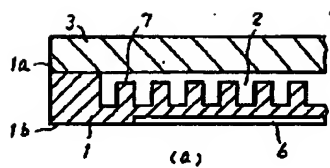
---

[Drawing 1]

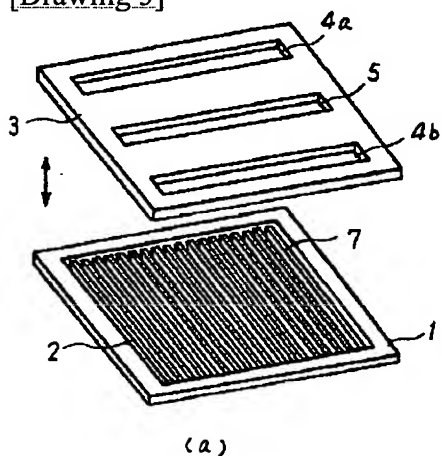


[Drawing 2]

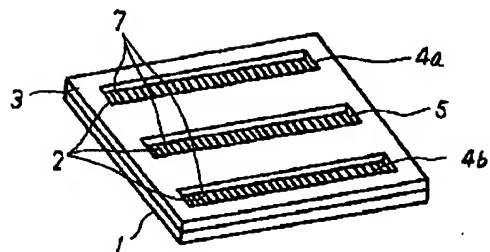




[Drawing 3]

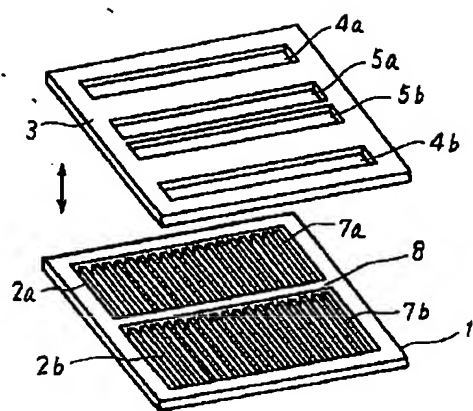


(a)

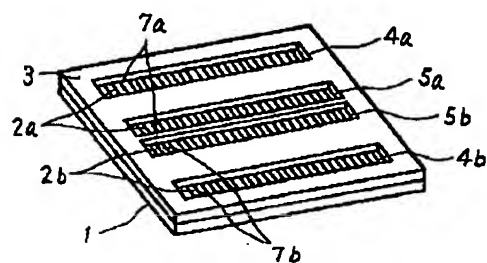


(b)

[Drawing 4]

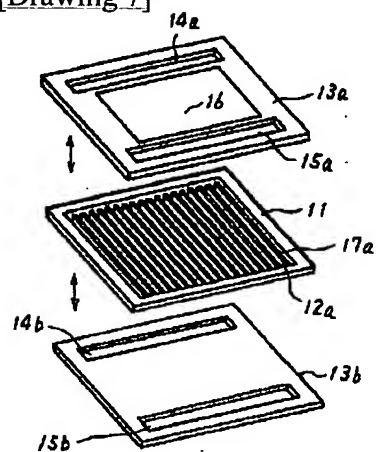


(a)

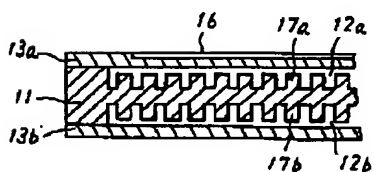


(b)

[Drawing 7]

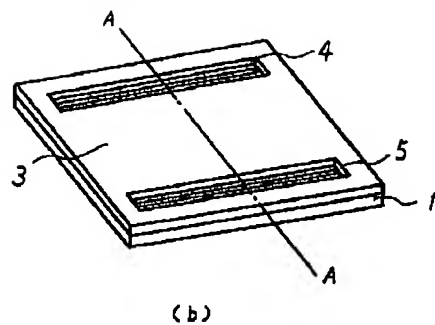
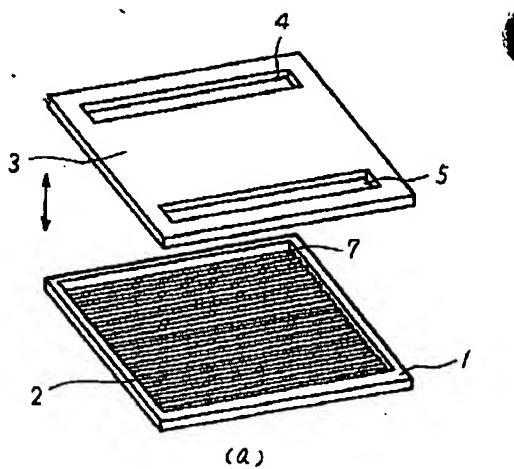


(a)

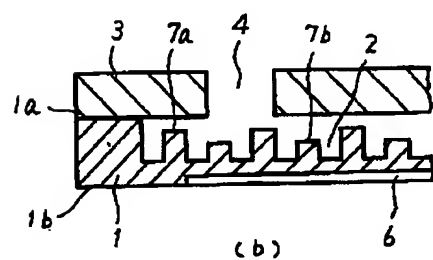
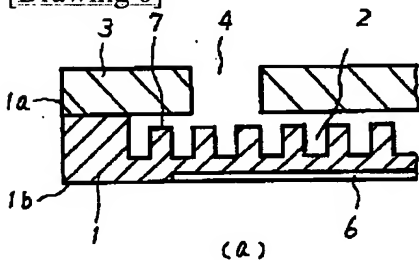


(b)

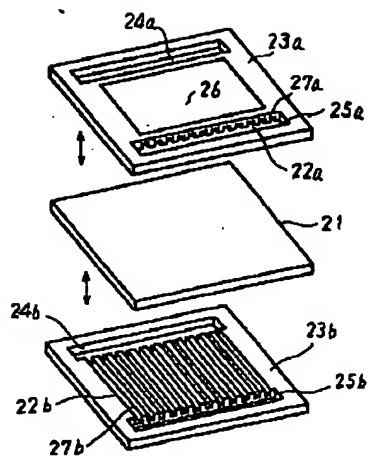
[Drawing 5]



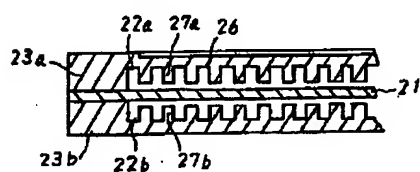
[Drawing 6]



[Drawing 8]

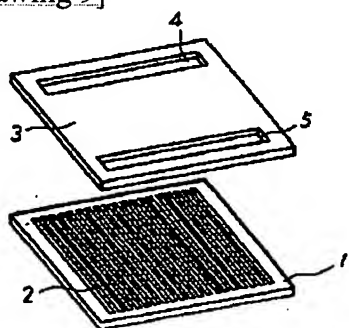


(a)

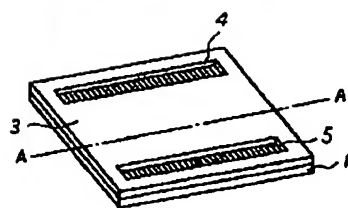


(b)

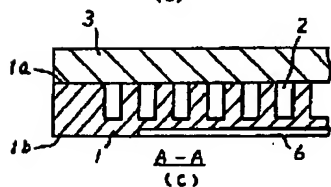
[Drawing 9]



(a)

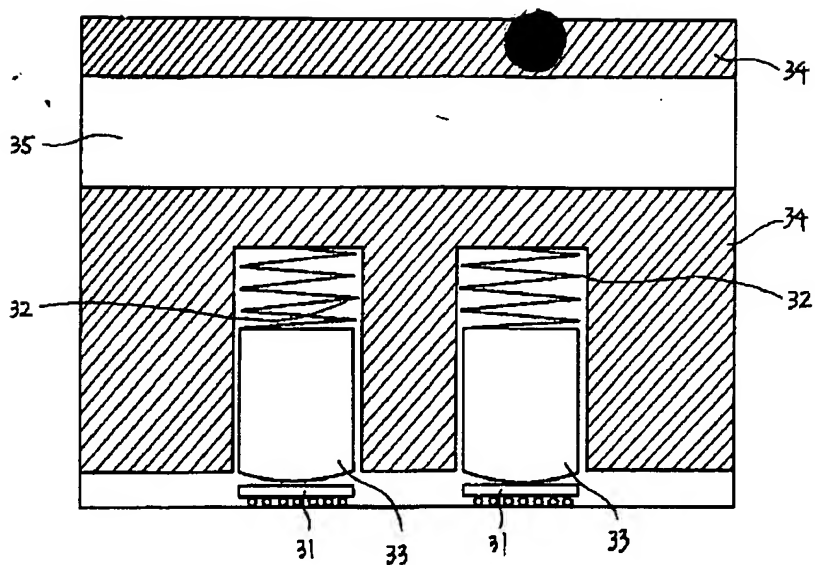


(b)

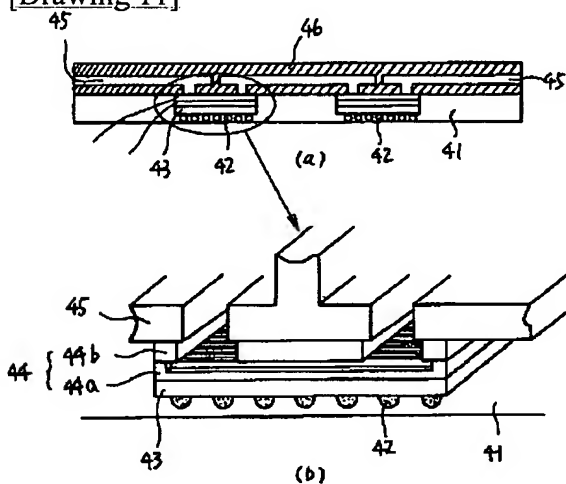


(c)

[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**